



**Medellín**  
un hogar para la vida

# MOVILIDAD EN MEDELLIN

## Transport for Medellín



Alcaldía de Medellín

# Contexto

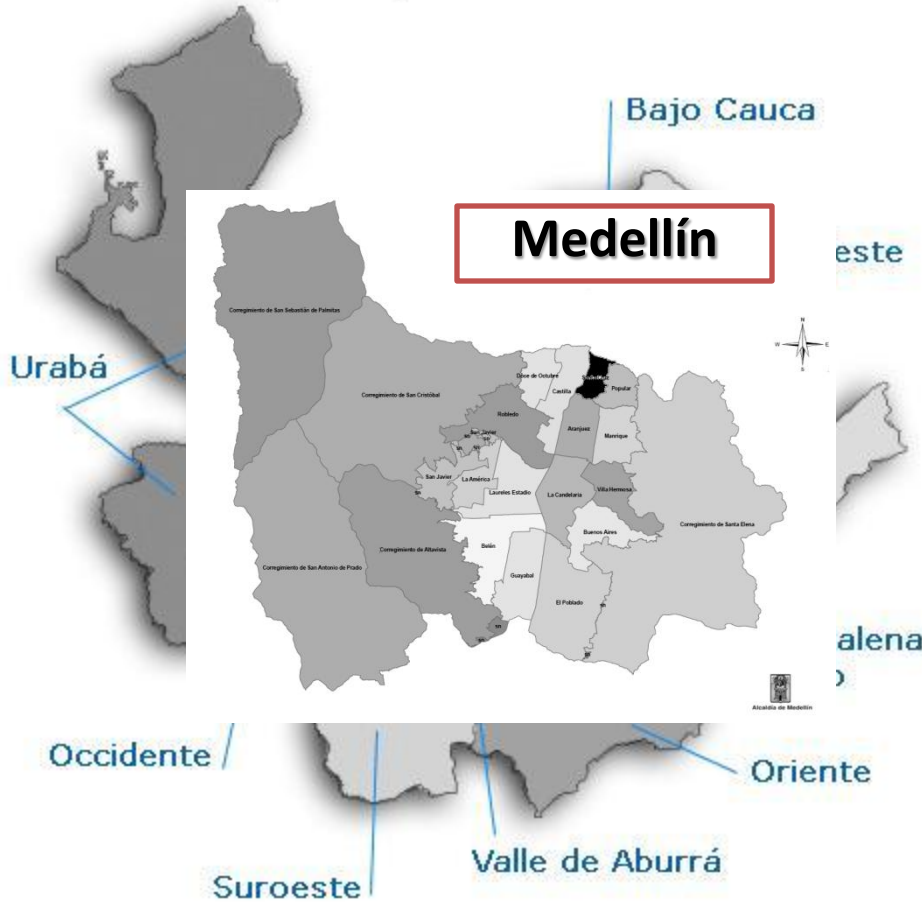


# Departamento de Antioquia



**Medellín**  
un hogar para la vida

Subregiones:



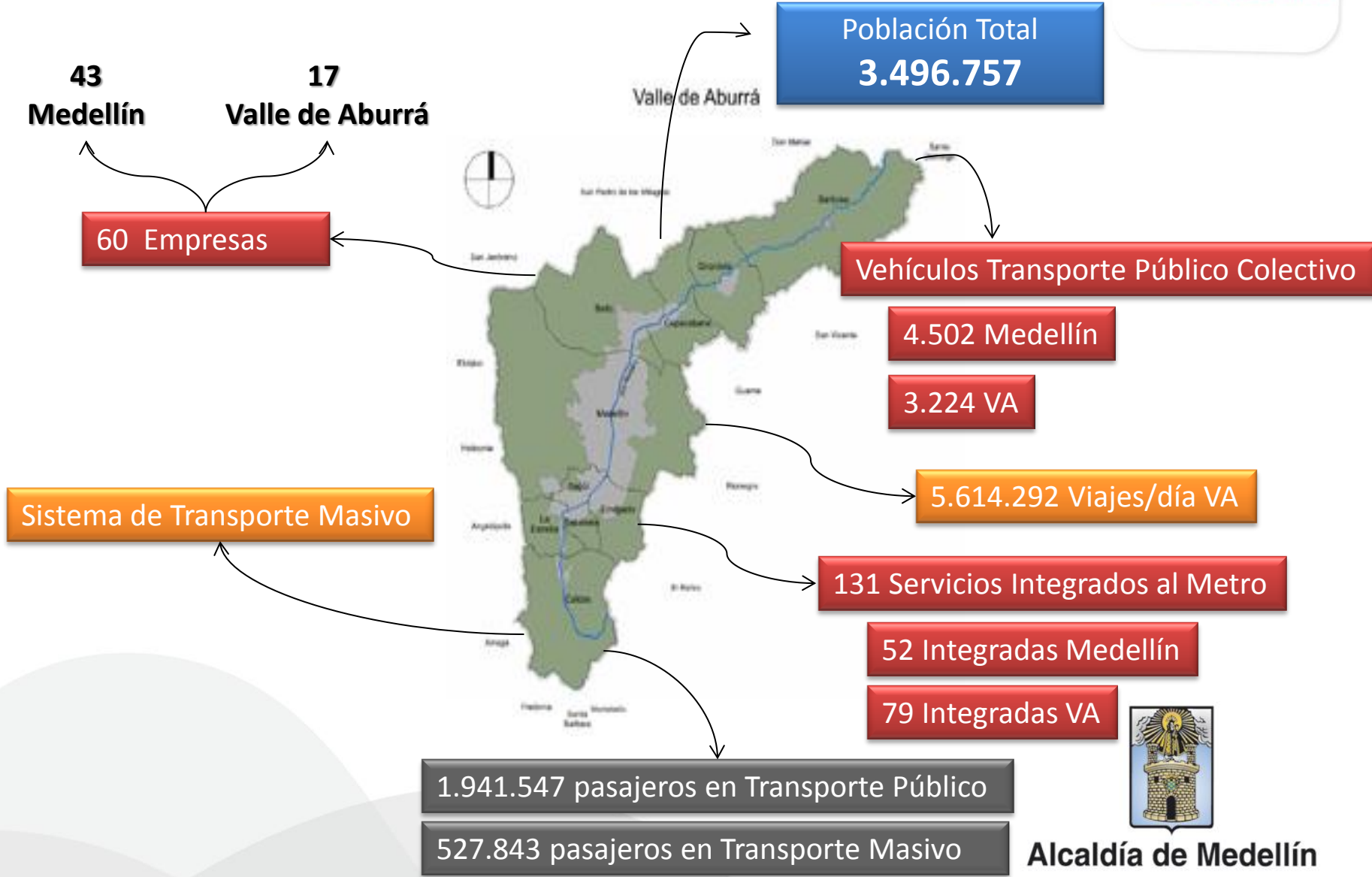
**2.393.011**  
habitantes  
en Medellín

**6.065.846**  
antioqueños  
en todo el  
Departamento



**Alcaldía de Medellín**

# Sistema de Tte Publico Valle de Aburrá

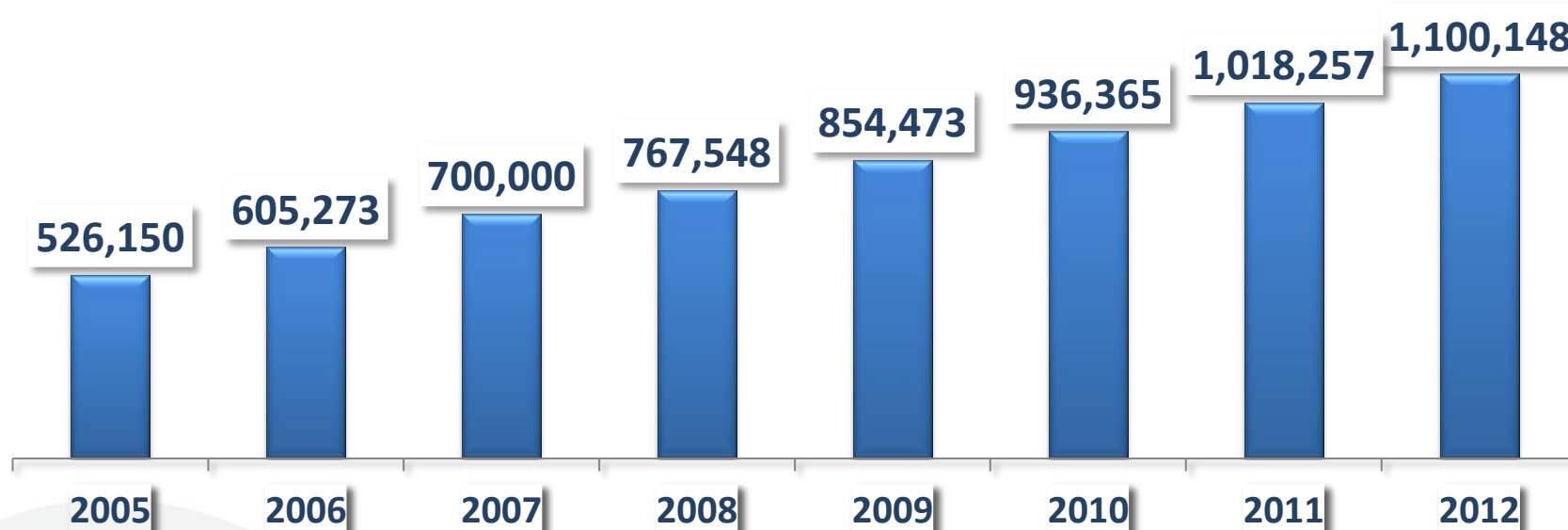


# Parque Automotor Circulante Estimado desde 2005

Incremento en el número  
estimado de vehículos circulantes  
de 2005 a 2012:



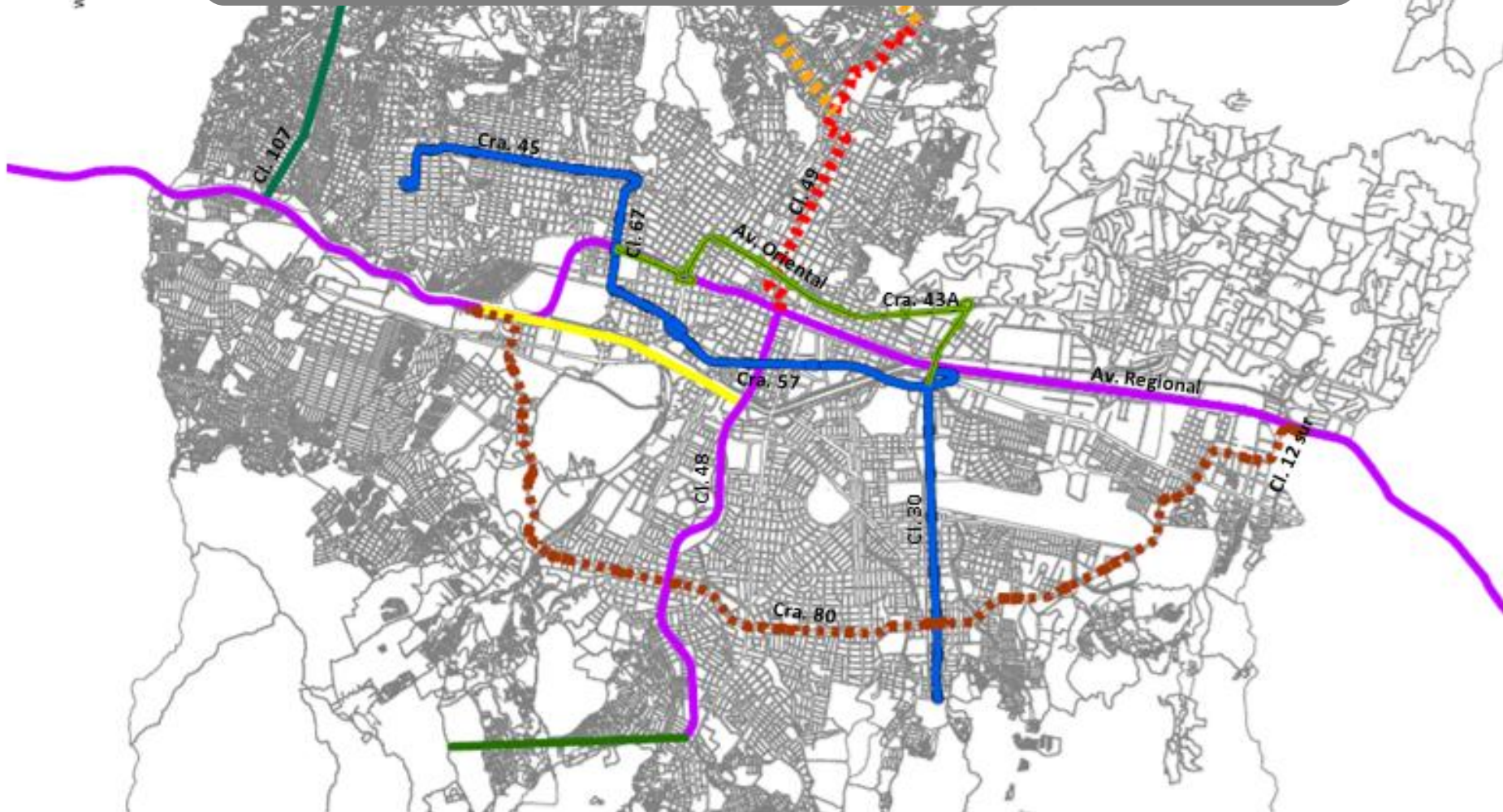
**109,1 %**



Fuente: Proyecciones de la Secretaría de Movilidad de Medellín sobre el Parque Automotor Circulante Estimado.



# Sistemas de Transporte Público Masivo



- METRO N-S BELLO-ENVIGADO E-W CENTRO-SAN JAVIER
- METROPLUS CL. 30-CRA. 57-CL. 67-CRA. 45
- TRANVIA CL 49
- CABLES TRANVIA

- TRANVIA AV. 80
- METROPLUS AV. ORIENTAL
- CABLES METRO

# Metro

- **34,5 km** en doble vía (viaducto elevado + superficie) con 27 estaciones
- 55 unidades de tren (165 coches: 126 de primera generación y 39 de segunda generación), con capacidad de 350 usuarios por coche.
- Movilización promedios diaria: **500.000 usuarios**.
- Velocidad de operación: 40 km/h en trenes
- Capacidad instalada para 84 unidades de trenes de 3 coches cada uno (252 coches) con frecuencia de 2,5 minutos.
- Frecuencia hora pico: **4:25 minutos** en trenes de seis coches.
- Tarifa: 1550 pesos y la integrada 2150 pesos



**EN EL AÑO 2012 MOVILIZÓ  
183.406.153 PASAJEROS**



**Alcaldía de Medellín**

# Metrocables

- **2 cables urbanos (4,7km) y uno turístico (4,6 km)** operando y otros dos en construcción (1km c/u).
- Velocidades comerciales 5m/s y Frec. 12 s
- Desniveles aprox. 400 m
- 10 usuarios/cabina
  
- **Línea K Santo Domingo (inaugurado en agosto de 2004)**  
Longitud 2 km. Moviliza **30.000 personas día** con 93 cabinas.
  
- **Línea J San Javier (inaugurado en marzo de 2008)**  
Longitud 2.8 km, moviliza 15000 – 119 cabinas.  
Permitió un **urbanismo de 24.000 m<sup>2</sup>** de espacio público.





# Metroplús



## SISTEMA BRT

- Inició operación en Diciembre de 2011 con **21 estaciones cada 500 metros**.
- Longitud: **12,5 kilómetros** construidos y **15,2** en construcción al sur del AMVA.
- Carril exclusivo en ciertos tramos y mixto en otros.
- Frecuencia hora pico: **cada 2 minutos**.
- **20 vehículos articulados** y 47 padrones de 100 pasajeros
- Combustible: Gas Natural.
- Estaciones en plataforma alta.



# Bicicletas Públicas



- **300 bicicletas publicas incluida la expansión**
- **15 km y el parque Arvi.**
- **2.500 usuarios activos**
- **10 viajes en promedio** por cada bicicleta.
- **Total de préstamos:** zona urbana **120.0000** y zona rural **19.000**.
- Integra estaciones del Metro, el Metroplús y las universidades de la ciudad



# Escaleras Eléctricas

- **12.000** habitantes favorecidos.
- Se remplazaron **200** escalones de cemento.
- Construidas en una ladera de **384 metros** de altura.
- Se logró pasar de un tiempo de desplazamiento de 35 minutos a **6 minutos**.



# Proyectos futuros





Medellín  
un hogar para la vida

# Tranvía de Ayacucho y dos cables

- Presupuesto aprobado de \$607.000 millones en 4km aprox.
- Se espera movilice **90.000 pax** diarios.
- El recorrido del tranvía será de aprox **15 min**, **6 paradas** y **3 estaciones**.



aldía de Medellín

# Corredor verde Avenida 80, 13,5 km

## Esquema del trazado - Localización



Longitud: 13,5 km

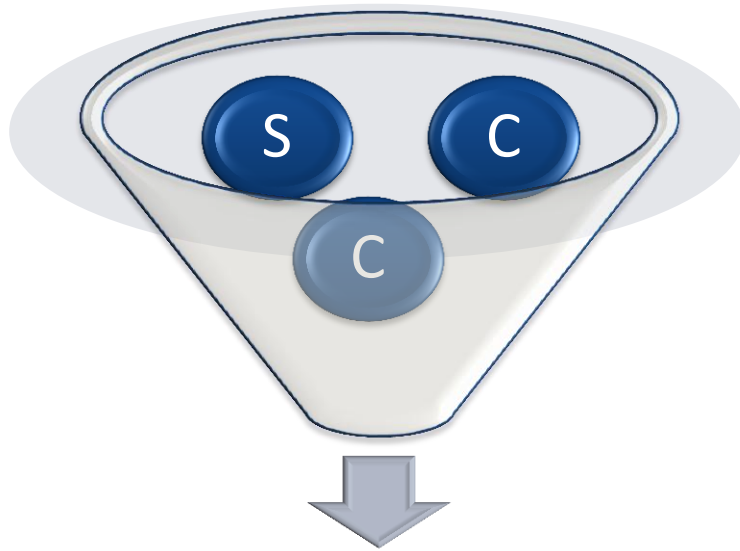
Est. y paradas: 19

Tecnología: Tranvía

# Sistema Inteligente de Movilidad



# Gestión de la Demanda: Sistema Cobro por Congestión Medellín (SCC)



- Disminuir la congestión y los tiempos de viajes.
- Incentivar el uso del Transporte público.
- Captación de recursos destinados a infraestructura para el Transporte público.





# Consideraciones para la evaluación del SCC



# Sistema Cobro por Congestión Medellín –SCC–



## Evaluación por fases.

### FASE 1

- Plantear distintos esquemas de sistemas de cobro por congestión.
- Determinar la demanda de los usuarios de un sistema de cobro por congestión en la ciudad de Medellín.
- Analizar diferentes estrategias de horarios, de tarifas, de tratamiento de los residentes de la zona con cobro, de los usuarios que vienen de otros municipios del Área Metropolitana y ciudades de Colombia, exenciones necesarias.

### FASE 2

Determinar demanda en modos diferentes al auto

Evaluar impactos económicos, sociales, ambientales y de movilidad

### FASE 3

Estructuración Técnica, Legal y Financiera para la implantación del sistema



# 1. Objetivos de estudio SCC Fase 1



- Plantear distintos esquemas de Sistemas de Cobro por Congestión (SCC) para la ciudad de Medellín.
- Caracterizar el usuario del auto particular y Determinar la demanda de los usuarios de automóvil no comercial de un sistema de cobro por congestión en la ciudad de Medellín.

## 2. Metodología

1. Definición de escenarios donde se combinen los distintos esquemas de cobro.
2. Revisión de estudios similares hechos en la ciudad y en otras latitudes
3. Realización de grupos focales.
4. Diseño de las encuestas Piloto de PR y PD y la formulación preliminar de los modelos híbridos de elección discreta.
5. Realización de la encuesta piloto
6. Realización del modelo para ajustar la encuesta definitiva.
7. Realización de la encuesta definitiva.
8. Estimación de modelos definitivos

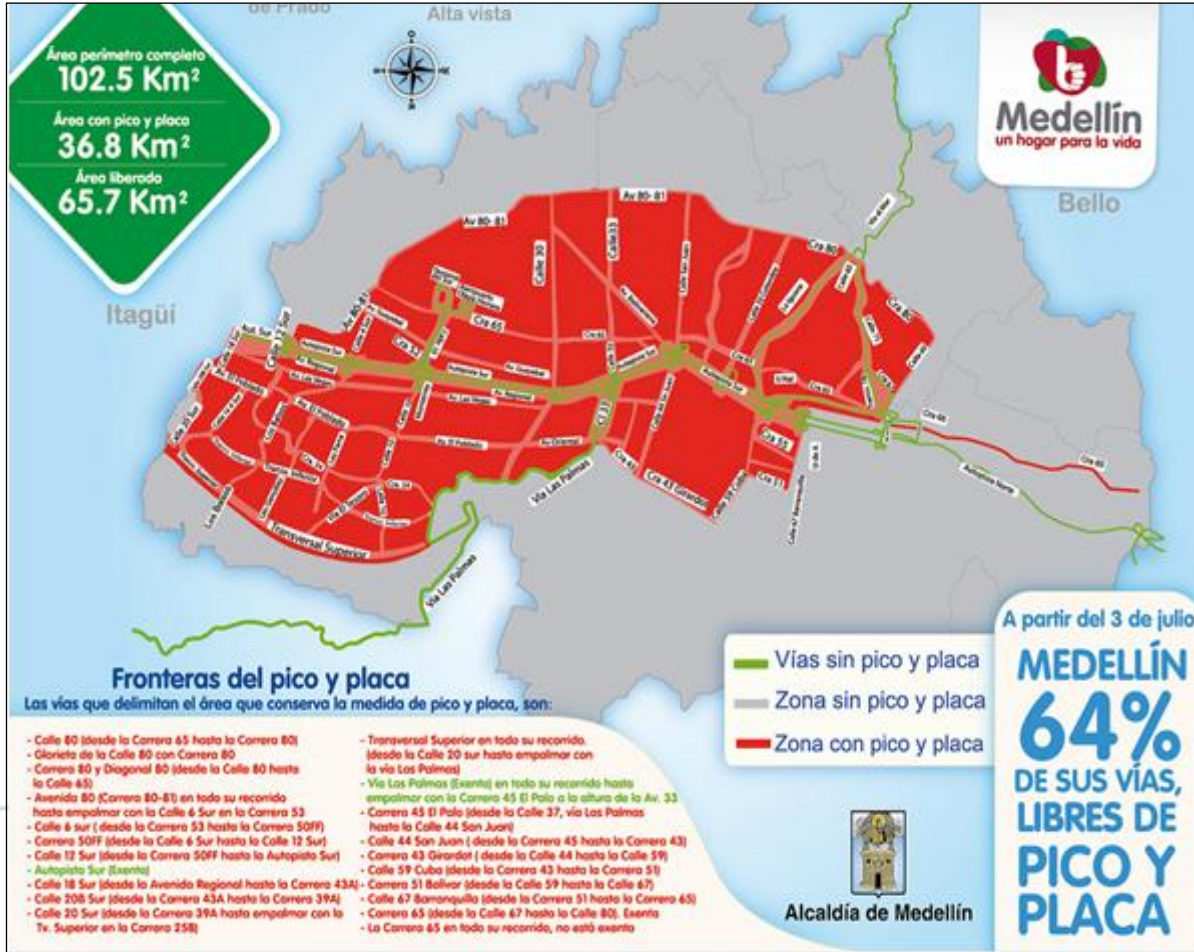


UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
SEDE MEDELLÍN



Alcaldía de Medellín

# 6. Encuesta piloto



Zona actual del pico y placa en la ciudad de Medellín.



Se realizaron grupos focales y Se realizaron 91 encuestas a usuarios del vehículo particular que tuvieran motivo de viaje principal trabajo o estudio en el Municipio de Medellín, donde actualmente rige el Pico y Placa.



# 7. Encuesta Definitiva

Se realizaron en base a los resultados obtenidos en la encuesta piloto y a la asesoría del experto en modelación discreta. Se estructuraron dos modelos de encuestas: **Encuesta de Preferencia Reveladas** y **Encuesta de Preferencia Declarada**

- Una encuesta única para todos los estratos socioeconómicos
- Alternativas evaluadas: Bus, Taxi, Metro, Auto salir antes del SCC, Auto salir y pagar el SCC y Auto salir después del SCC.
- La encuesta de preferencias declaradas toma como datos de entrada la información (real) revelada por el encuestado: Tiempo de viaje y costo
- El rango de ingresos se amplió para no generar malestar en el momento de la encuesta
- Se incluyeron 10 preguntas sobre variables latentes: 4 preguntas sobre seguridad en el modo de transporte, 4 preguntas sobre comodidad en el modo de transporte y 2 preguntas de confiabilidad en el modo de transporte



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
SEDE MEDELLÍN



Alcaldía de Medellín

# 7. Encuesta Definitiva

## Caracterización de la población encuestada

De la encuesta Origen Destino de viajes en el Valle de Aburrá de 2011-2012, se determinó el número de hombres y de mujeres por estrato que debían encuestarse para obtener una muestra de 1500 encuestas.

Estrato	Encuestas hombres	Encuestas Mujeres
1	40	10
2	80	20
3	150	350
4	180	70
5	190	160
6	210	50
<b>Total</b>	<b>850</b>	<b>660</b>
	<b>1510</b>	

Tamaño de la muestra



Las encuestas fueron realizadas entre el 27 de noviembre de 2012 y el 10 de diciembre del mismo año.

Se realizaron 1646 encuestas



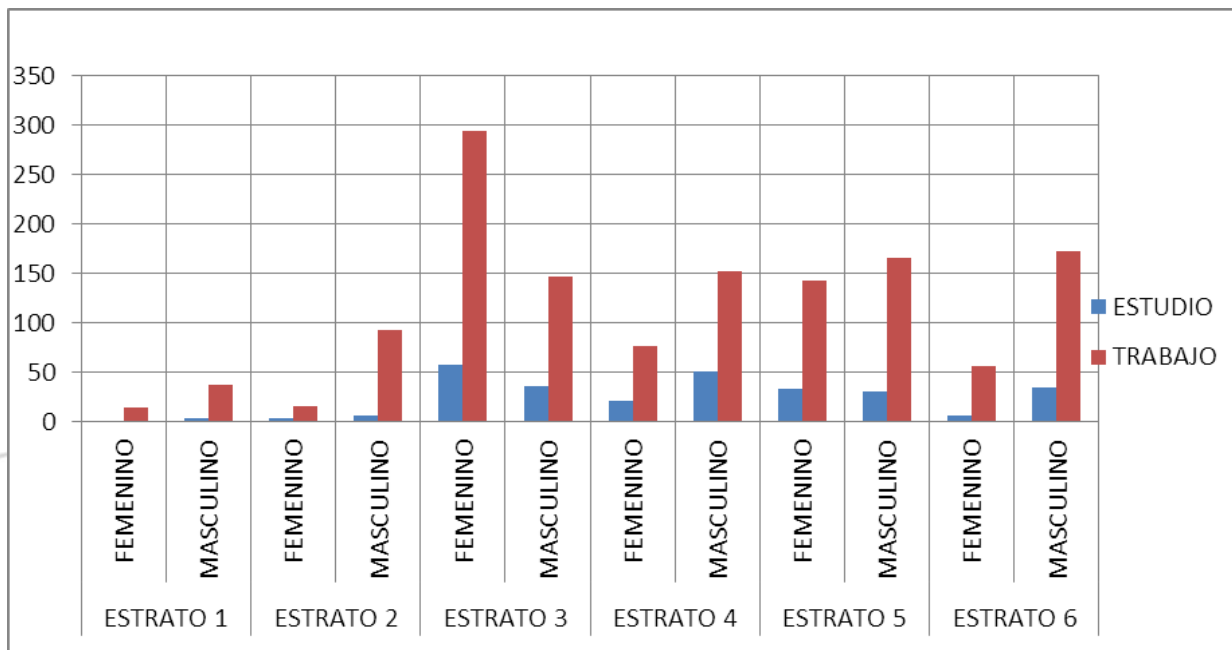
Alcaldía de Medellín

# 8. Resultados socioeconómicos de la encuesta



El 17% de los individuos encuestados tuvieron como motivo de viaje estudio y el 83% trabajo

Motivo de viaje por estrato.



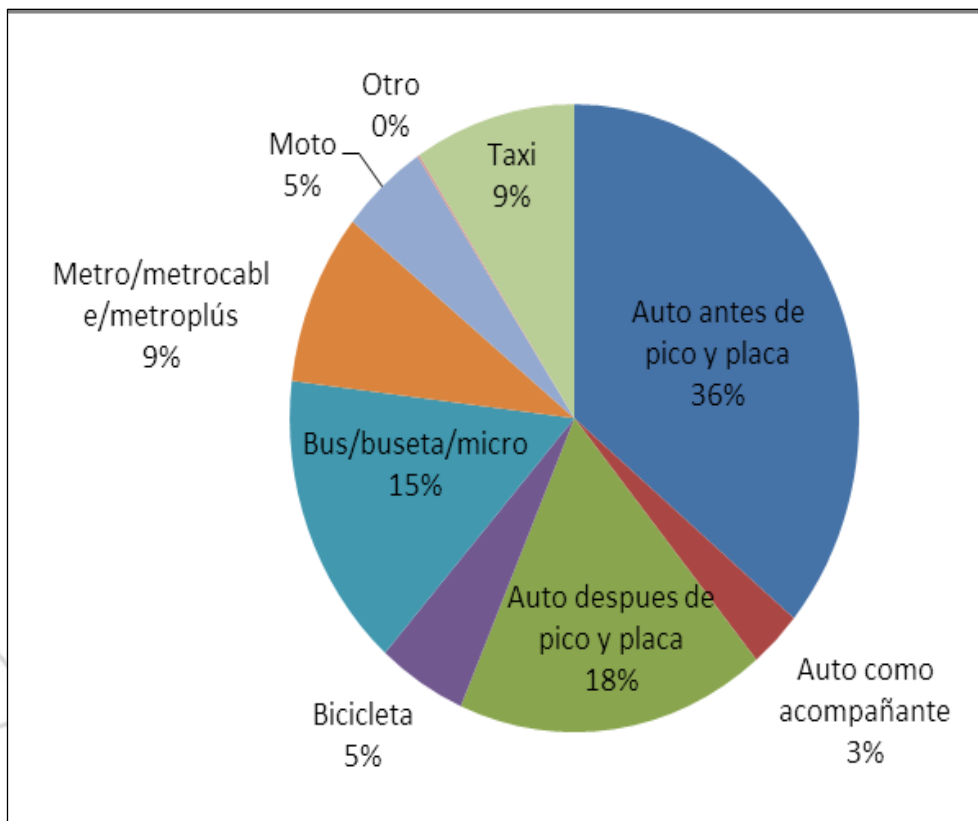
	Estudio	Trabajo
<b>Estrato 1</b>	6%	94%
<b>Estrato 2</b>	8%	92%
<b>Estrato 3</b>	17%	83%
<b>Estrato 4</b>	24%	76%
<b>Estrato 5</b>	17%	83%
<b>Estrato 6</b>	15%	85%



## 8. Resultados socioeconómicos de la encuesta



El 36% de los encuestados viajan antes del pico y placa el día que tienen la restricción, seguido por un 18% que sale después de este periodo. El 15% utiliza bus/buseta

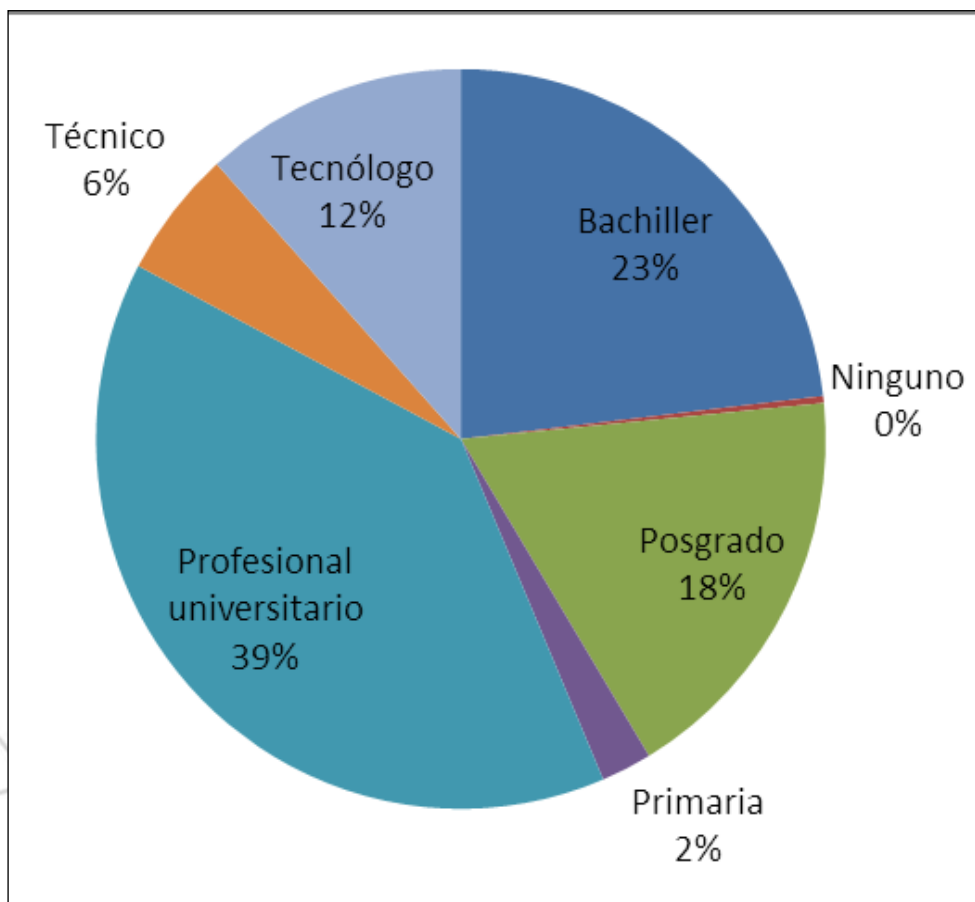




## 8. Resultados socioeconómicos de la encuesta



El 39% de los encuestados son profesionales universitarios, seguidos por un 23% de bachilleres

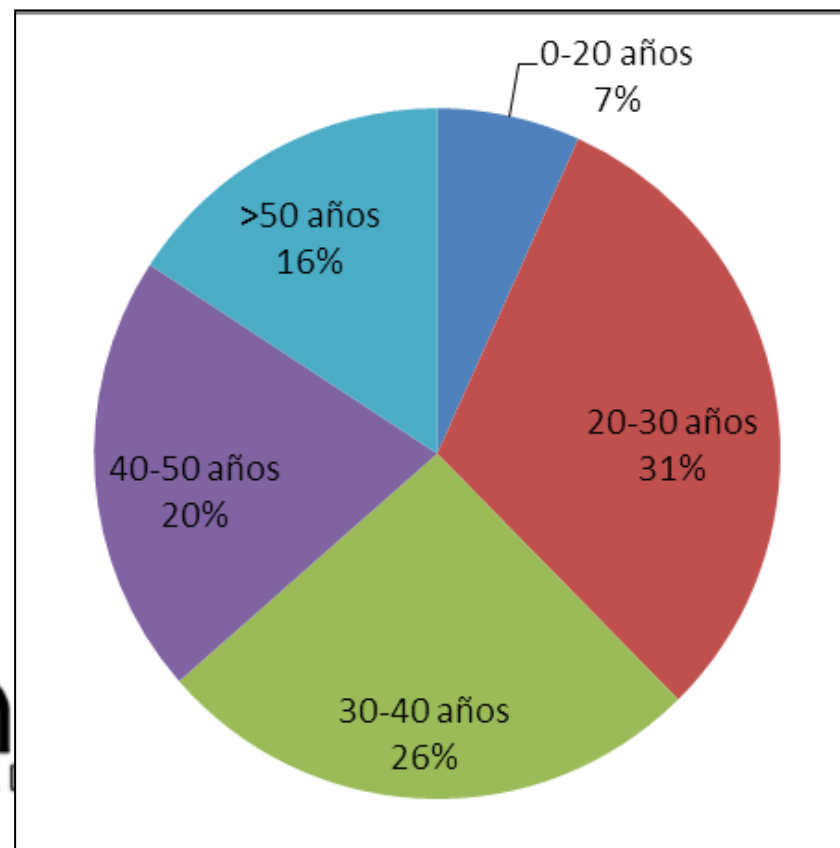
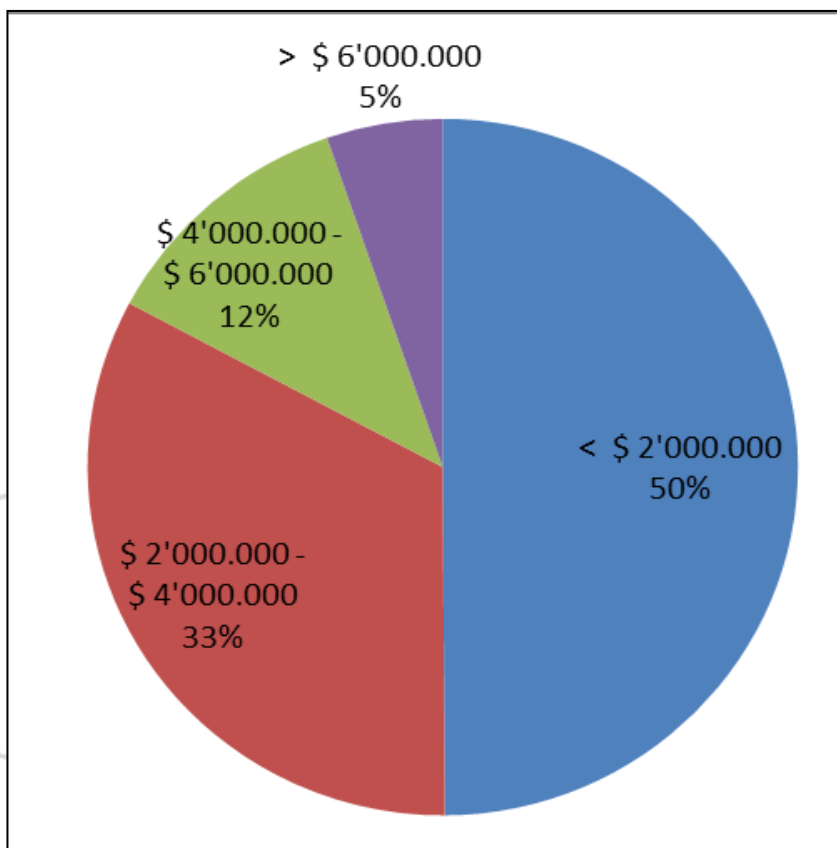


## 8. Resultados socioeconómicos de la encuesta



El 50% de las personas encuestadas ganan menos de \$2.000.0000 y un 33% entre \$2.000.0000 y \$4.000.0000

El 31% de los encuestados tienen entre 20 y 30 años, el 26% tienen entre 30 y 40 años y un 21% entre 40 y 50 años



# 9. Resultados del modelo de elección discreta



## Modelo general

Name	Value	Std err	t-test	p-value	Robust Std err	Robust t-test	p-value
ASC1	-1.34	0.051	-26.35	0	0.0529	-25.41	0
ASC2	-1.37	0.0723	-18.97	0	0.0732	-18.74	0
ASC3	-1.18	0.0667	-17.65	0	0.0673	-17.49	0
ASC4	-0.437	0.0466	-9.38	0	0.045	-9.71	0
ASC5	-0.0807	0.123	-0.66	0.51	0.124	-0.65	0.52
ASC6	0	fixed					
ASC7	-2.23	0.0981	-22.77	0	0.0989	-22.59	0
COSTO	-0.000322	7.53E-06	-42.81	0	8.09E-06	-39.83	0
FLEXY	0.35	0.0429	8.16	0	0.0433	8.08	0
TANTES	-0.0184	0.000941	-19.55	0	0.000951	-19.34	0
TDESPU	-0.0187	0.00143	-13.09	0	0.00144	-12.97	0
TVIAJE	-0.00971	0.00173	-5.61	0	0.0018	-5.4	0

## Modelo por estratos

Name	Value	Std err	t-test	p-value	Robust Std err	Robust t-test	p-value
ASC1	-1.35	0.0511	-26.42	0	0.053	-25.49	0
ASC2	-1.38	0.0724	-19.02	0	0.0733	-18.79	0
ASC3	-1.18	0.0668	-17.67	0	0.0674	-17.52	0
ASC4	-0.441	0.0467	-9.45	0	0.0451	-9.79	0
ASC5	-0.114	0.123	-0.93	0.35	0.125	-0.92	0.36
ASC6	0	fixed					
ASC7	-2.27	0.0983	-23.1	0	0.0994	-22.83	0
COSTO	-0.000287	8.18E-06	-35.15	0	8.60E-06	-33.41	0
COSTO12	-6.98E-05	1.39E-05	-5.03	0	1.37E-05	-5.08	0
COSTO34	-6.42E-05	7.14E-06	-8.99	0	7.51E-06	-8.55	0
FLEXY	0.374	0.0431	8.69	0	0.0437	8.56	0
TANTES	-0.0184	0.000942	-19.56	0	0.000955	-19.29	0
TDESPU	-0.0187	0.00143	-13.06	0	0.00144	-12.93	0
TVIAJE	-0.01	0.00174	-5.78	0	0.00181	-5.55	0



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
SEDE MEDELLÍN



Alcaldía de Medellín

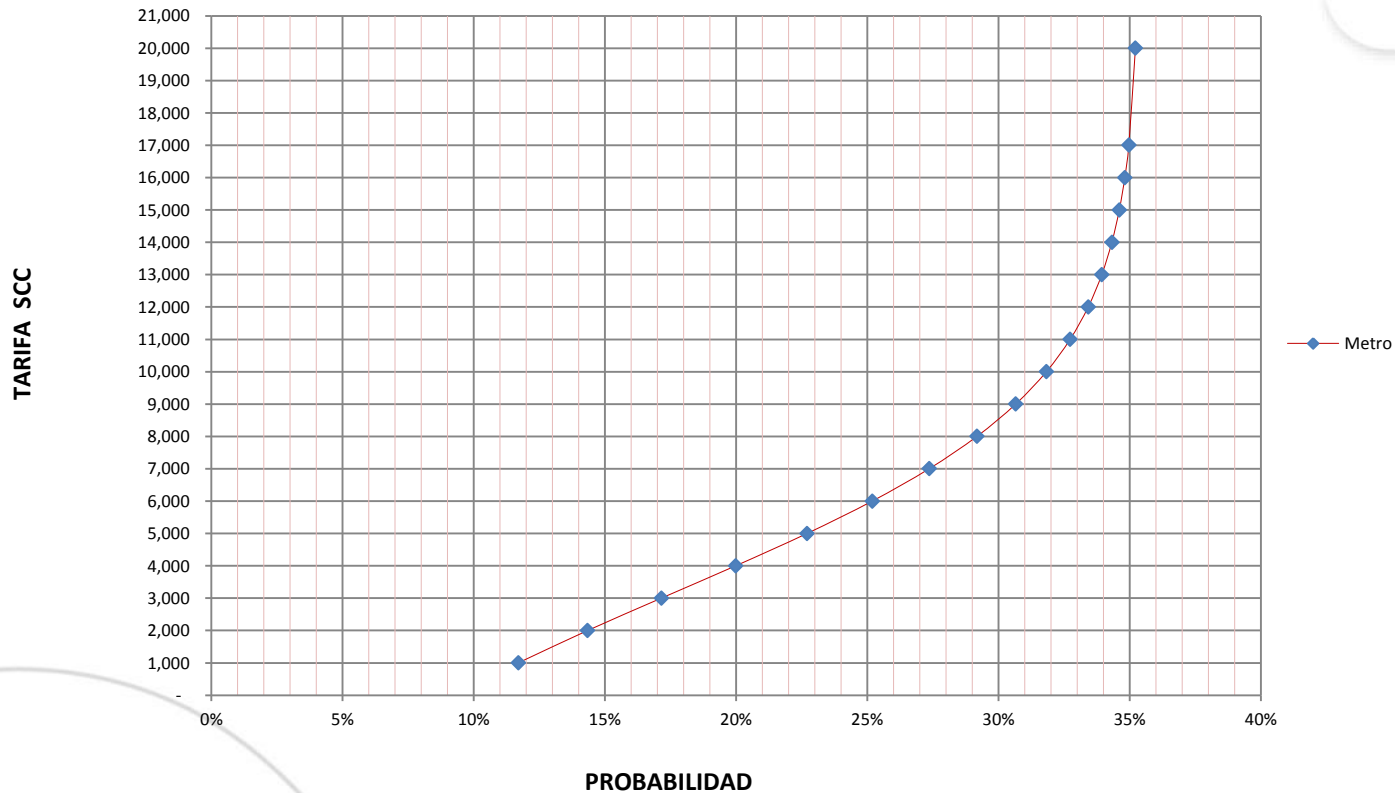
# 9. Resultados del modelo de elección

## Modelo general



**Medellín**  
un hogar para la vida

Demanda para el Metro



Alcaldía de Medellín



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
SEDE MEDELLÍN

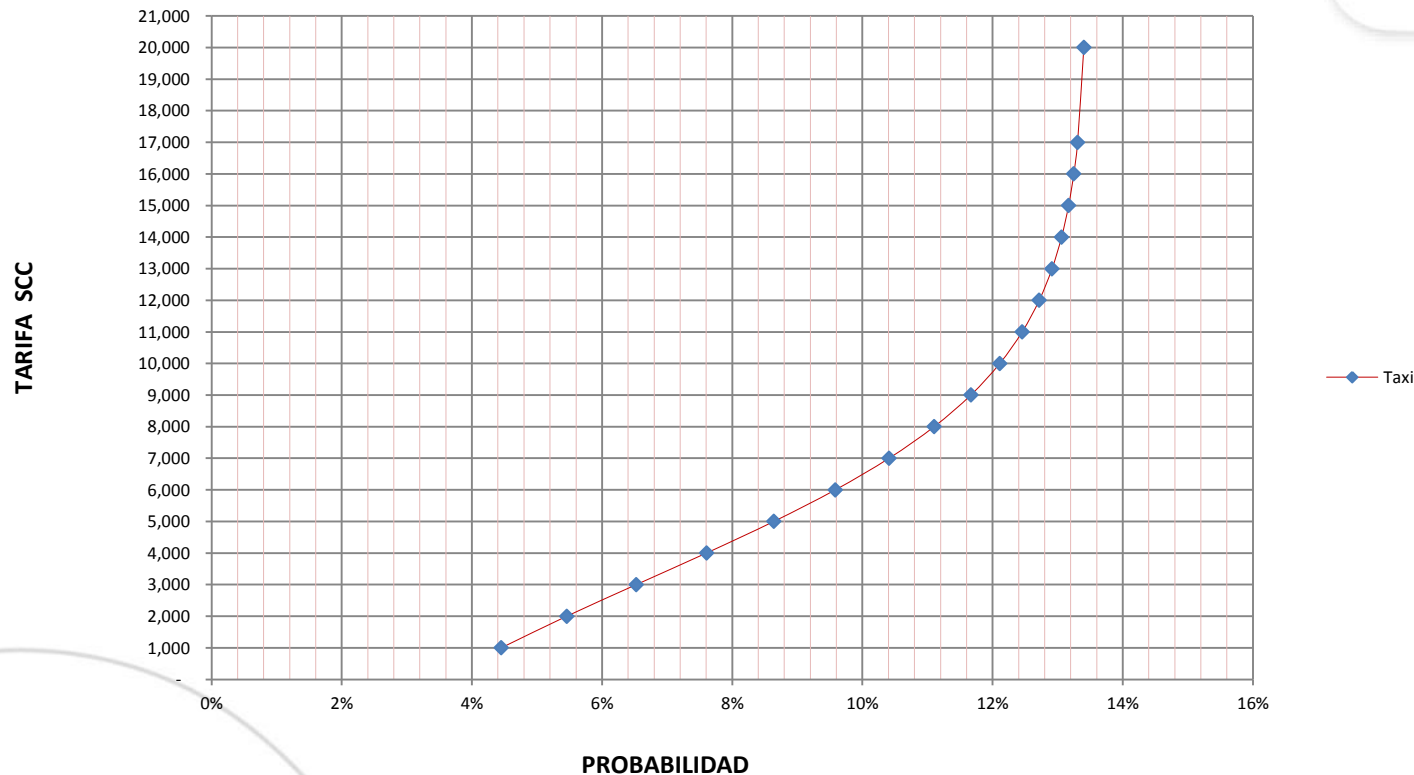
# 9. Resultados del modelo de elección

## Modelo general



**Medellín**  
un hogar para la vida

Demanda para el Taxi



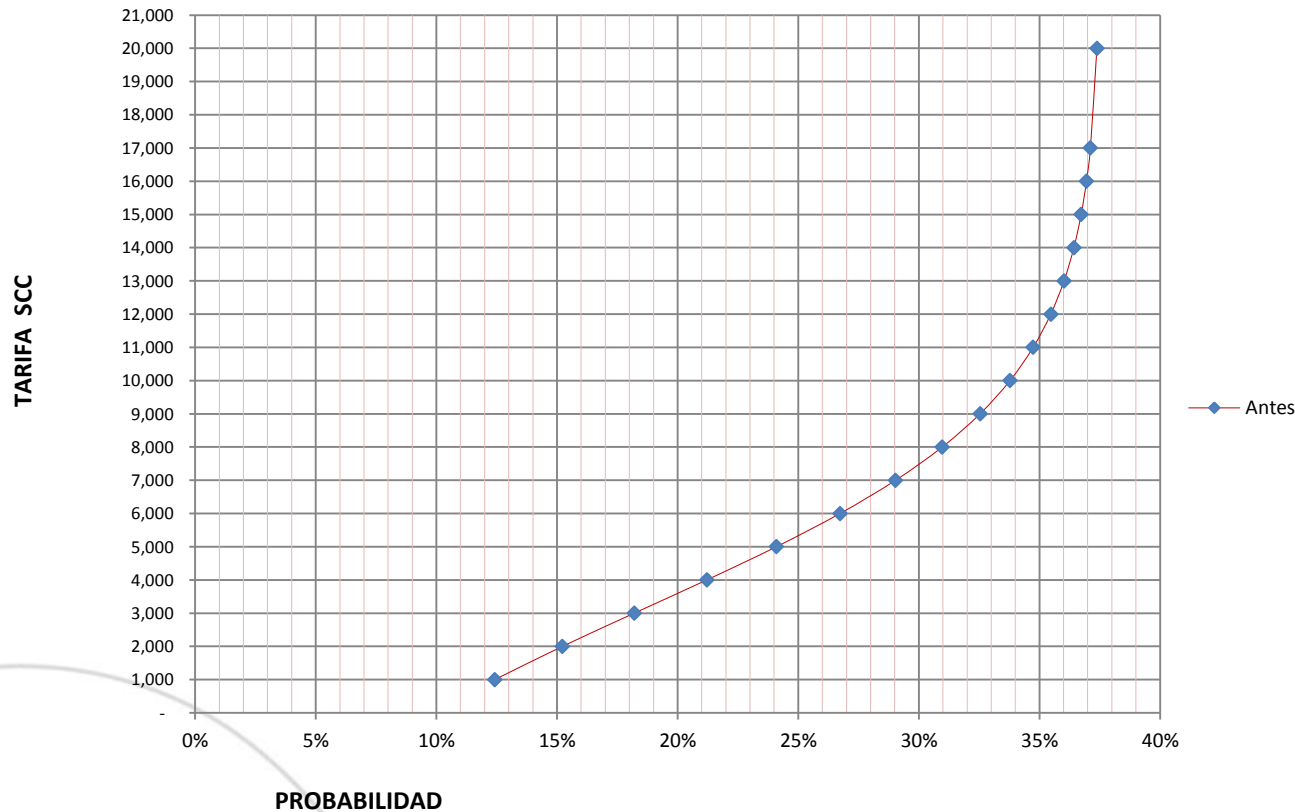
# 9. Resultados del modelo de elección

## Modelo general



**Medellín**  
un hogar para la vida

Demanda salir en auto antes del SCC



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
SEDE MEDELLÍN



Alcaldía de Medellín

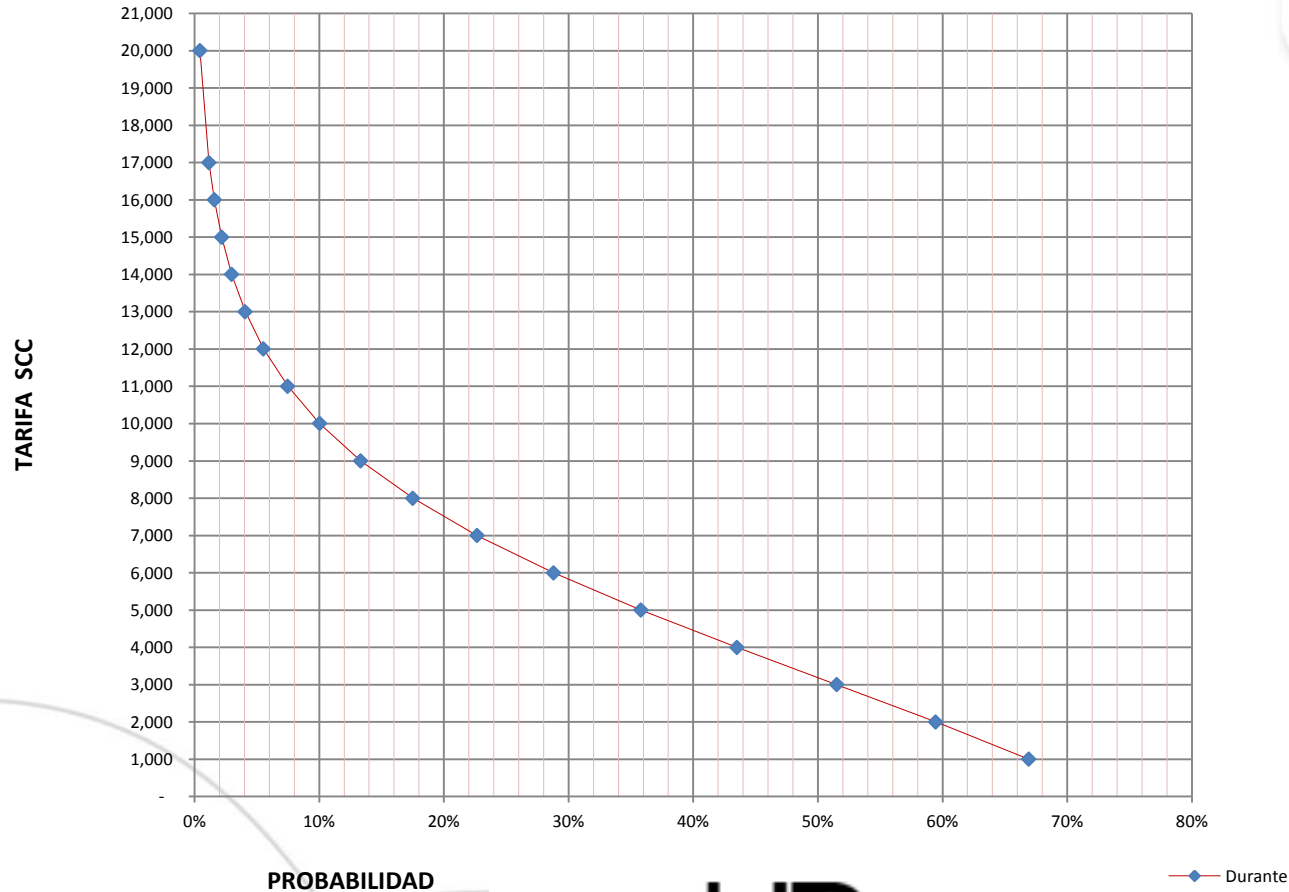
# 9. Resultados del modelo de elección

## Modelo general

Demanda salir en auto y pagar tarifa SCC



**Medellín**  
un hogar para la vida



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
SEDE MEDELLÍN



Alcaldía de Medellín

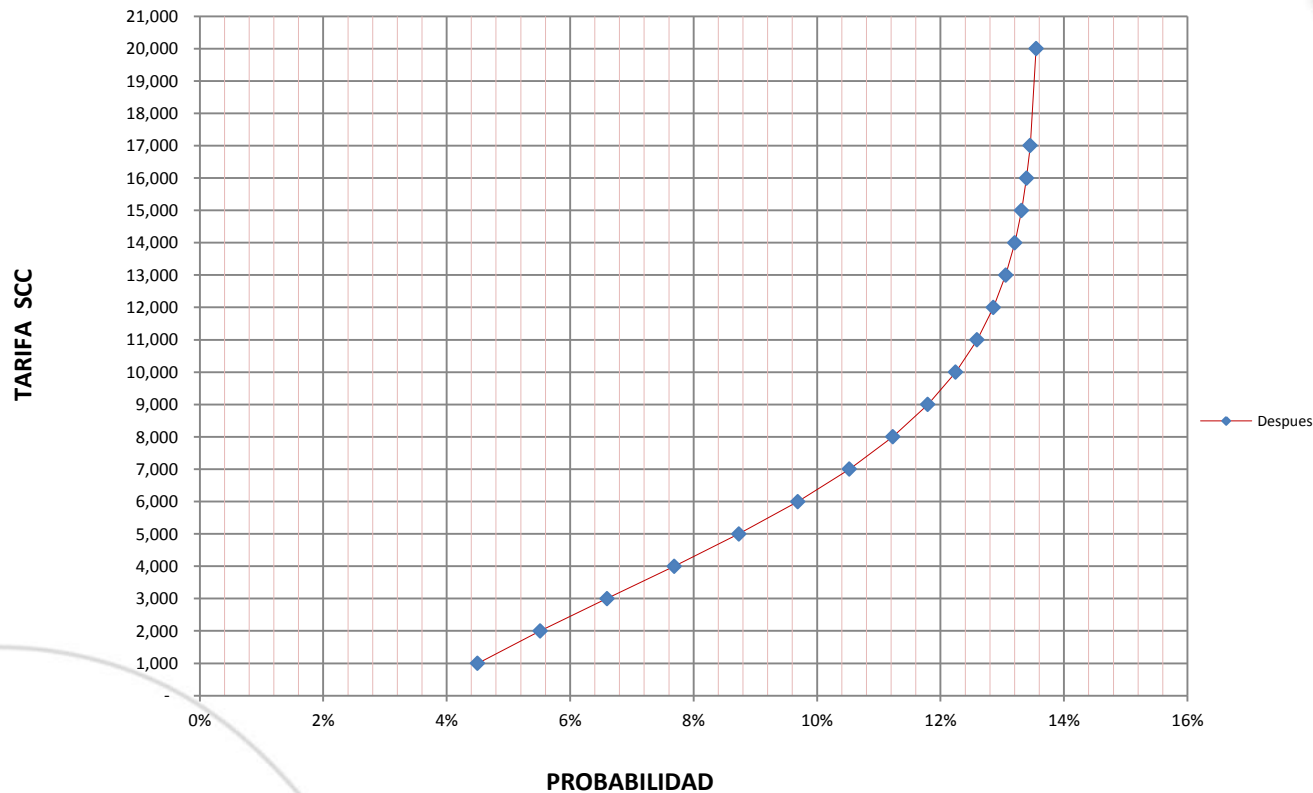
# 9. Resultados del modelo de elección

## Modelo general



**Medellín**  
un hogar para la vida

Demanda salir en auto después del SCC





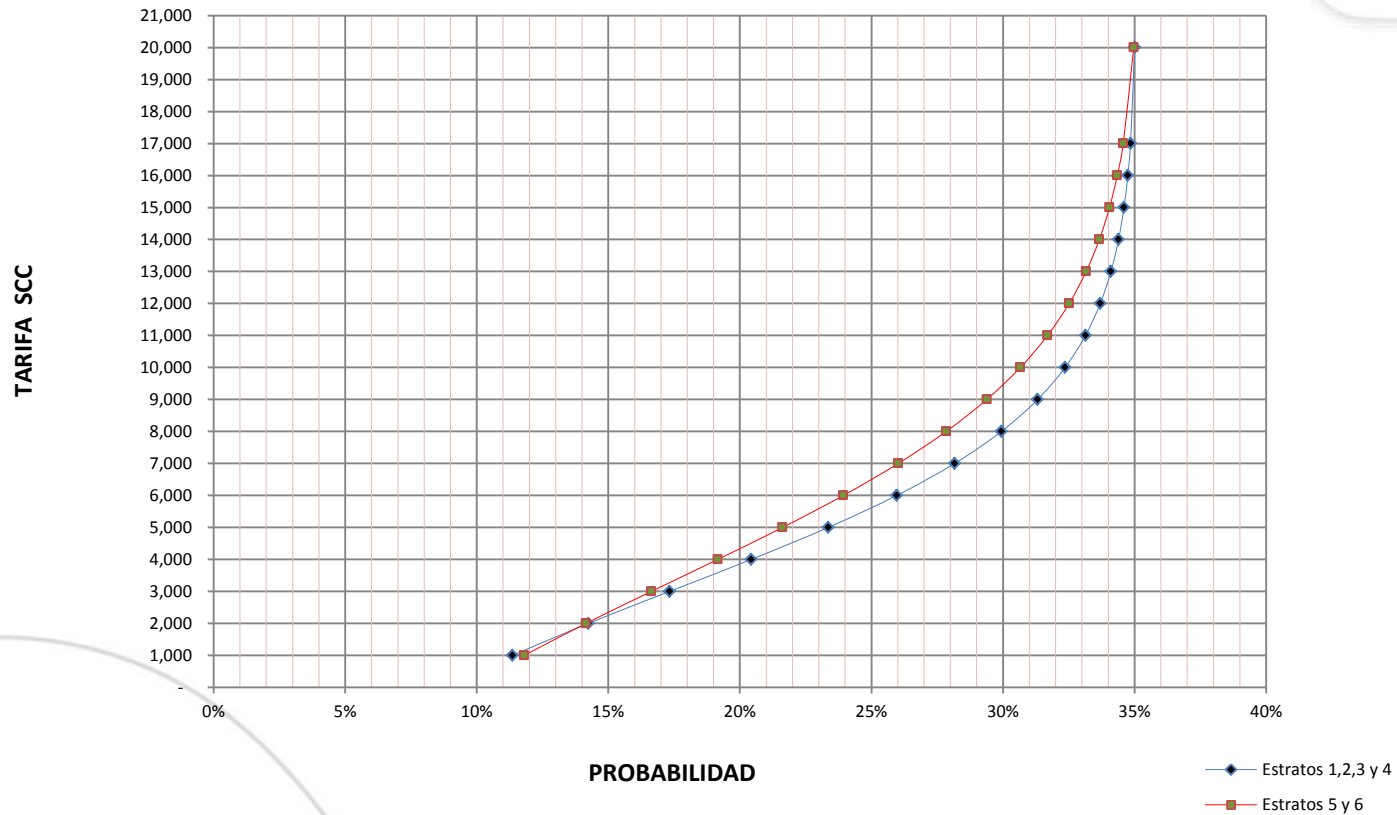
# 9. Resultados del modelo de elección

## Por estratos



**Medellín**  
un hogar para la vida

Demanda para el Metro



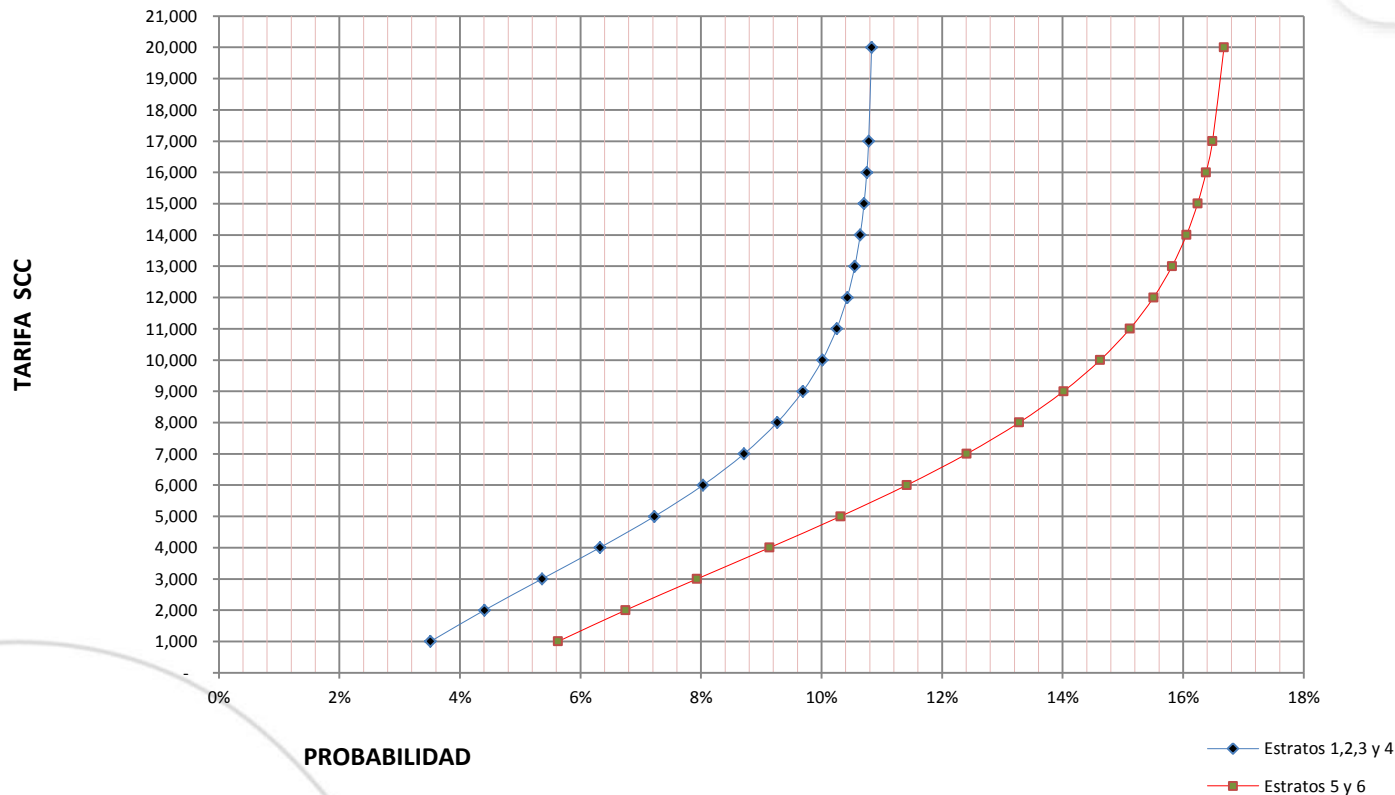
# 9. Resultados del modelo de elección

## Por estratos



**Medellín**  
un hogar para la vida

Demanda para el Taxi



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
SEDE MEDELLÍN



Alcaldía de Medellín

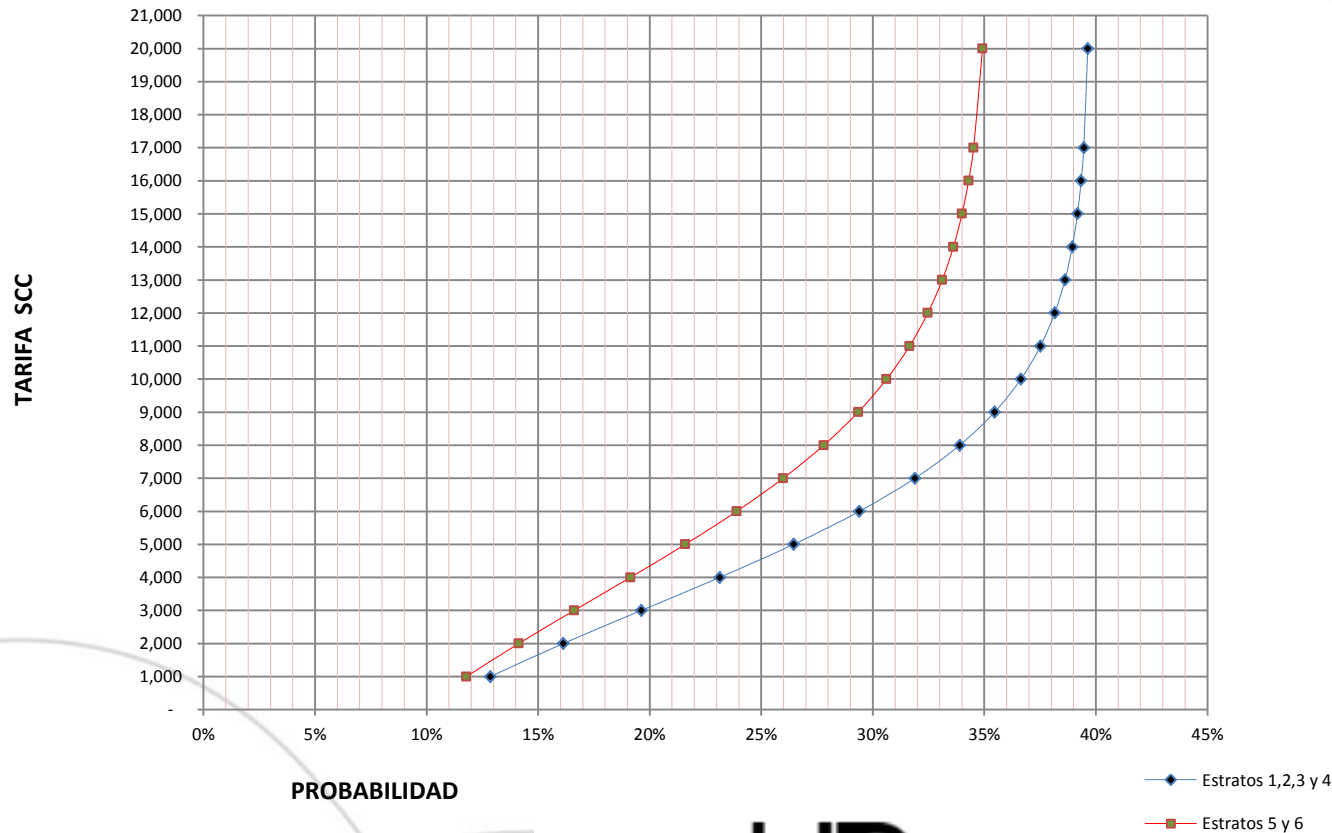
# 9. Resultados del modelo de elección

## Por estratos



**Medellín**  
un hogar para la vida

Demanda salir en auto antes del SCC



**Alcaldía de Medellín**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
SEDE MEDELLÍN

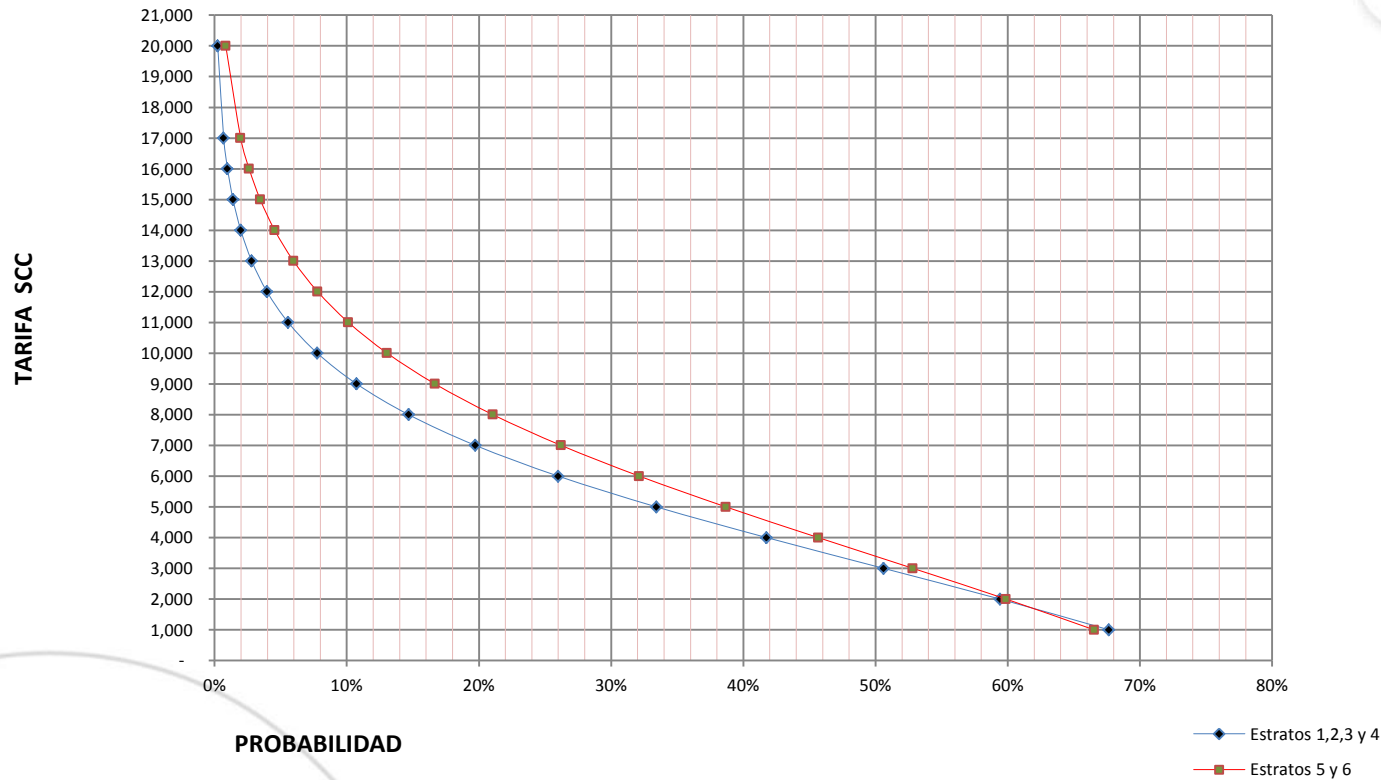
# 9. Resultados del modelo de elección

## Por estratos



**Medellín**  
un hogar para la vida

Demanda salir en auto y pagar tarifa SCC



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
SEDE MEDELLÍN



Alcaldía de Medellín

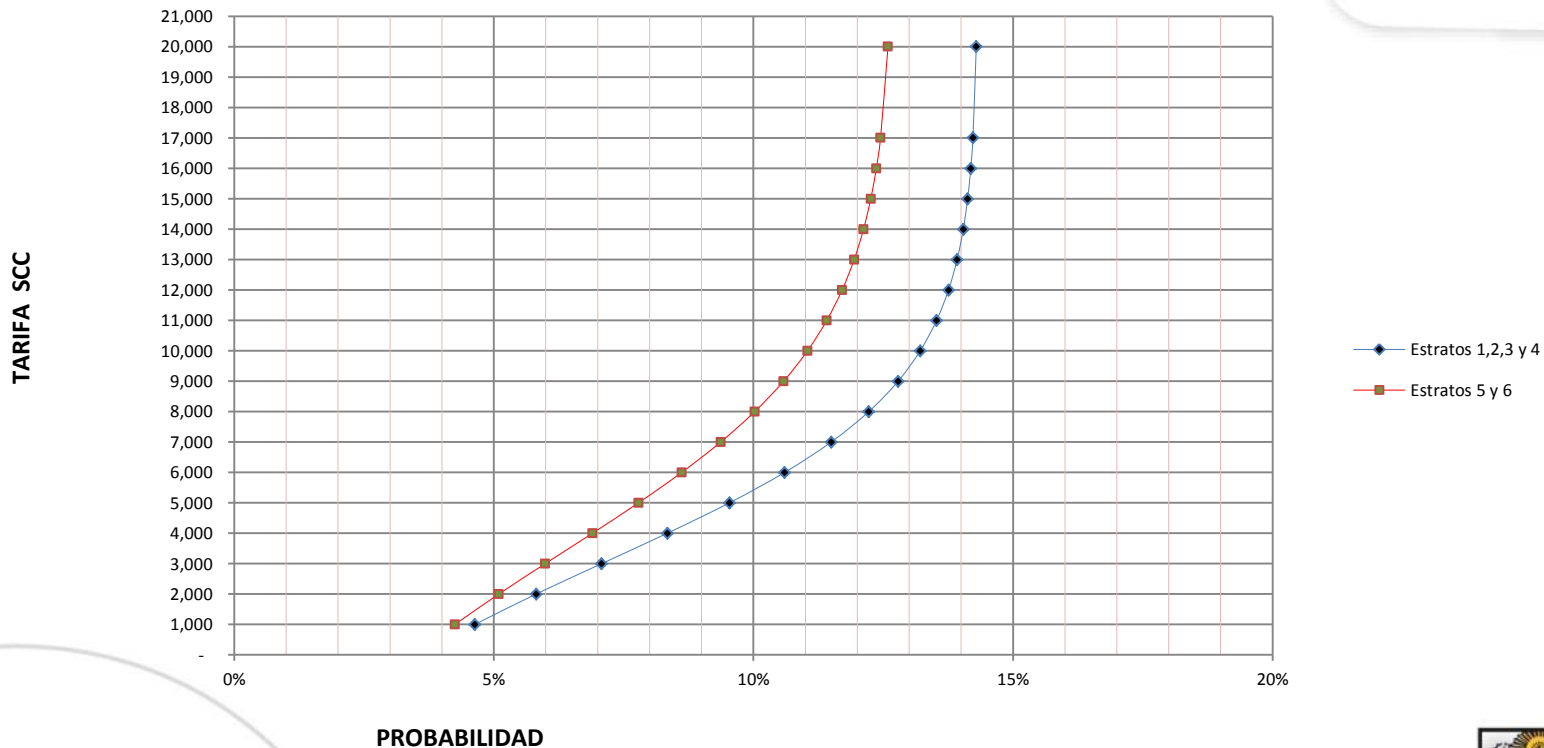
# 9. Resultados del modelo de elección

## Por estratos



**Medellín**  
un hogar para la vida

Demanda salir en auto después del SCC



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
SEDE MEDELLÍN



Alcaldía de Medellín

### 3. Revisión bibliográfica



- La Experiencia Internacional en Peajes Urbanos (2008)
- Sistemas tarifarios del vehículo privado en medio urbano (1999)
- Tesis de maestría - Modelación de la elección de modo y hora de salida ante pico y placa combinado con peaje urbano (2009)
- The impacts of time of day pricing on car user behavior: findings from the Port Authority of New York and Jersey's initiative (2010)
- Peaje por congestión en Medellín una perspectiva económica (2011)
- Precios de Congestión y Movilidad Urbana: Estimación empírica para el Caso del Bilbao Metropolitano (1986)
- Notas técnicas de Singapur presentadas en el estudio de sistema de cobro por congestión que actualmente se realiza en la ciudad de Bogotá (2012)